International Science Journal of Engineering & Agriculture
2024; 3(1): 32-49
https://isg-journal.com/isjea
doi: 10.46299/j.isjea.20240301.05
ISSN: 2720-6319

INTERNATIONAL SCIENCE GROUP

Нове життя плоскої моделі Всесвіту в пост ньютонівському наближенні теорії тяжіння

Іван Володимирович Карпенко
Українська нафтогазова Академія (УНГА), Київ, Україна
ORCID 0000-0002-2500-8960

Для цитування цієї статті:
Карпенко Іван Володимирович. Нове життя плоскої моделі Всесвіту в пост ньютонівському наближенні теорії тяжіння. International Science Journal of Engineering & Agriculture. Vol. 3, No. 1, 2024, pp. 32-49. doi: 10.46299/j.isjea.20240301.05
Надійшла до редакції: 29 листопада 2023 р.; **Схвалено:** 08 січня 2024 р.;
Опубліковано: 01 лютого 2024 р.

Анотація. Створена гравітаційна модель плоского (евклідової геометрії) Всесвіту у пост ньютонівському наближенні теорії тяжіння (ПНТТ-наближенні). ПНТТ-наближення забезпечує можливість вивчення внутрішнього гравітаційного поля тіл, радіус R яких дорівнює їх гравітаційному радіусу R_g. До таких тіл належить і плоский Всесвіт. Отримана узагальнена формула тяжіння Ньютона (УФТН), яка дозволяє вивчати гравітаційне поле всередині тіла з радіусом $R \leq R_g$. Отримано, що напруженість поля дорівнює нулю в будь-якій точці простору-часу Всесвіту, досягає максимального значення на віддалі $r_e = R/\sqrt{3}$ від вибраної точки, і знову зменшується до нуля на нескінченності (властивість обмеженої дальньодії гравітації). Це означає, що починаючи з віддалі r_e сила тяжіння зі сторони мас, розміщених під сферою радіусом $r_e \leq r < R$, зменшується. Тому тіла (галактики), на віддалях $r > r_e$, рухаються швидше, ніж це передбачено законом Хаббла. Властивість обмеженої дальньодії гравітації притаманна і статичному Всесвіту, тому приписувати збільшені швидкості далеких галактик «темній» енергії немає підстав. Теоретична оцінка величини r_e співпадає з експериментально встановленим астрофізиками висновком, що 5-6 млрд років тому галактики почали рухатися прискорено, з нашої точки зору – з підвищеними швидкостями. Обґрунтовується енергетично нульова модель плоского Всесвіту. Розпад вакууму на частки та античастки супроводжується утворенням з часток матеріальних тіл додатної енергії, а з античасток від'ємної енергії простору. Остання реалізується в процесі розширення Всесвіту, в силах, що протидіють гравітації – відцентровій, внутрішнього тиску та інших. Виведена формула доповнюваності швидкостей, згідно якої квадрат швидкості руху події (тіла) вздовж просторової системи координат r в сумі з квадратом швидкості її руху вздовж часової осі ct дорівнює квадрату швидкості світла c. Отримано, що для плоского Всесвіту швидкість руху матерії вздовж просторової осі r і вздовж часової осі ct однакові і дорівнюють $c/\sqrt{2}$. Швидкість вздовж часової осі ct ототожнюється з поступальним рухом галактик, з швидкістю їх «старіння», з розширенням Всесвіту. Швидкість вздовж просторової осі r – з переважно орбітальними рухами зірок, планет, з фізичною природою внутрішнього тиску, з будь-якою енергією, що протидіє гравітації. Згідно ПНТТ-моделі отримано, що вік плоского Всесвіту дорівнює 20 млрд років. Вік речовини з врахуванням, що галактики рухаються з швидкістю $c/\sqrt{2}$, молодший – 14,14 млрд років. Збільшення швидкості руху галактик відбулося 5,98 млрд років тому, експериментально встановлене - 5-6 млрд років тому. Згідно Стандартної моделі вік Всесвіту – 13,8 млрд років. Вік речовини – приблизно ті ж 13,8 млрд років. Вік зірок та галактик – менший 13,8 млрд років. Але якщо врахувати, що вік Всесвіту визначається поширенням світла, а не речовини, і, відповідно, дорівнює 19,5 млрд

років, тоді Стандартна модель стає ідентичною ПНТТ-моделі. Це приводить до висновку, що Всесвіт насправді є плоским і енергетично нейтральним.

Ключові слова. Гравітаційна модель, плоский Всесвіт, теорія тяжіння, пост ньютонівське наближення, обмежена дальньодія гравітації, швидкості галактик, вік Всесвіту, вік галактик.

---

1. Вступ

Перше ніж демонструвати практичні можливості плоскої моделі Всесвіту в пост ньютонівському наближенні теорії тяжіння віддаймо належне загальній теорії відносності (ЗТВ) Ейнштейна та обґрунтуємо в чім полягає цінність наближених теорій тяжіння.

В чому велич ЗТВ і її відмінність від інших фізичних теорій? Революційність ЗТВ в теоретичній фізиці полягає не лише в тому, що гравітаційна теорія стала одночасно і фізикою простору-часу реального Всесвіту [Захаров,2003; Ландау,2006; Общая,1983]. Не менш важливим є і те, що ЗТВ створювалася не стільки під реальні експериментально спостережувані факти, скільки незалежно від наявності цих фактів. Раніше, з часу створення і більше ніж 200-літнього торжества ньютонівської теорії тяжіння, факти диктували, якою має бути теорія. З появою ЗТВ виникла перспектива можливості існування чисто теоретичної фізики, вільної від прямих посилань на експеримент [Захаров,2003].

ЗТВ створювалася не для пояснення певних експериментальних фактів, але на відміну від інших теорій вона відкрила такі особливості просторово-часового континууму, які не очікувалися і навіть можливість їх існування не допускалася іншими теоріями. ЗТВ назвали метричною теорією, оскільки основна її ідея – це геометризація фізичного поля. Поріднивши фізику з геометрією, Ейнштейн виключив з теорії здавалося б найважливіший елемент – силу, через яку попередні теорії і перевіряються експериментом, чим і зробив її незалежною. З цього моменту в фізиці простору-часу стали порівнюватися незалежні фактори – теорія і експеримент.

В чім користь наближених теорій тяжіння? Але нелінійність рівнянь Ейнштейна стала причиною складності їх розв’язку, тому точного розв’язку отримано небагато і, як правило, лише для простих моделей середовища. Прикладом може бути розв'язок рівнянь тяжіння К. Шварцшільдом – для одиночної однорідної і ізотропної кулі, яка створює асимптотичне плоске поле.

Ще однією проблемою є необхідність отримання фізично «наглядного» результату, який би узгоджувався з специфікою світосприйняття людини та можливостями її чуттєвих органів. Навряд чи особливості кривизни простору-часу, навіть у найпростішому варіанті розв'язку Шварцшільда, вираженого у формі всього чотирьох (з двадцяти можливих) гравітаційних потенціалів Ейнштейна, задовольняють названій умові. Тому приходиться користуватися так званим принципом відповідності, згідно якого отриманий розв'язок, наприклад, з чотирма гравітаційними потенціалами Ейнштейна, перевіряється на відповідність в граничному випадку єдиному ньютонівському гравітаційному потенціалу [Логунов,1987,2006].

Тобто ЗТВ, яким би тяжким не був розв'язок нелінійних рівнянь тяжіння у загальному випадку, теоретично може забезпечити отримання принципово нових фізичних результатів, але їх не легко розгледіти в мереживі математичних формул, що описують кривизну багатомірного простору-часу. Так само як і осмислити фізичну сутність розв’язку при відсутності такого поняття як сила. Тому нагальним є створення таких наближень гравітаційної теорії до ЗТВ, які були б простішими від ЗТВ з точки зору можливості розв’язку складних задач, але багатшими за ньютонівську теорію гравітації з точки зору можливості отримання та осмислення нових результатів в пізнанні фізичної природи простору-часу [Милгром,1983].

Добавим до цього, що саме теорія Ньютона забезпечила і до цих пір забезпечує отримання більшості практичних результатів, тоді як ЗТВ з різних причин, не лише вище названих,

виявилася досить обмеженою в практичних застосуваннях. Можна надіятися, що пост ньютонівські наближення теорії гравітації приведуть до нового сплеску в отриманні нових як теоретичних так і практичних результатів.

Пост ньютонівське наближення теорії тяжіння (ПНТТ). Традиційним шляхом побудови наближених теорій є лінеаризація рівнянь Ейнштейна. Формула тяжіння Ньютона – це також лінеаризація ЗТВ в наближенні слабкого поля та малих швидкостей руху матеріальних тіл в цьому полі:

$$\varphi = -\frac{GM}{r}, \quad a = -\frac{\partial\varphi}{\partial r} = \frac{GM}{r^2}, \tag{1}$$

де φ – гравітаційний потенціал поля, утворений точковою масою M на віддалі r від неї, a – напруженість чи прискорення руху, що спричиняється полем, G – гравітаційна стала.

В формулі Ньютона присутня і центральна сингулярність (при $r = 0$), в якій гравітаційний потенціал прямує до нескінченності. Ця сингулярність зберігається і в ЗТВ, внаслідок чого в обох теоріях прогнозується наявність так званих «чорних дір» - математично точкового об’єкту, який може вміщувати як завгодно велику масу при такій же нескінченно великій густині цієї маси. Один із широко відомих подібних гіпотетичних прикладів сингулярності - точка «Великого Вибуху».

В ПНТТ лінеаризація проведена шляхом відмови від центральної сингулярності, внаслідок чого отримана узагальнена формула тяжіння Ньютона (УФТН), за допомогою якої вдалося отримати низку принципово нових практичних результатів про фізичну природу простору-часу і представити їх в фізично наглядному вигляді [Карпенко,2022а,б]. Вигляд УФТН:

$$\varphi = -\frac{GM}{r+r_g}, \quad a = -\frac{\partial\varphi}{\partial r} = \frac{GM}{(r+r_g)^2}, \quad r_g = 2GM/c^2 \tag{2}$$

де c – швидкість світла, r_g – гравітаційний радіус точкового тіла масою M. Вираз (2) отриманий для статичного гравітаційного поля за умови, що швидкість світла c є максимально можливою швидкістю руху матеріального тіла, а гравітаційний потенціал точкового тіла дорівнює половині квадрату швидкості світла, тобто $c^2/2$. Під матеріальною точкою розуміється також центр мас окремого матеріального тіла з ненульовими розмірами.

2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є гравітаційна модель будови Всесвіту, а основним предметом розгляду є ПНТТ та демонстрація її практичних можливостей. Саме така направленість роботи пов’язана з тим, що ПНТТ-наближення надає можливість вивчення гравітаційного поля всередині сфери Шварцшильда ($0 \le r < r_g$). А оскільки радіус Всесвіту і його гравітаційний радіус приблизно однакові і вся речовина Всесвіту знаходиться в названому діапазоні, то маємо відповідність моделі і інструменту для її вивчення.

Звичайно, мова йде про можливість вивчення простору-часу у так званих великих масштабах, коли поле вивчається у розмірах значно перевищуючих розміри найбільшої типової неоднорідності всередині Всесвіту, а також у наближенні його сферичності, однорідності та ізотропності.

3. Мета та задачі дослідження

Метою роботи є показ того, що ідея прискореного розширення Всесвіту потребує корегування. Буде показано, що так звані далекі галактики насправді рухаються з більшою

швидкістю, ніж це передбачається будь-якою фрідманівською моделлю з нульовою космологічною постійною, з більшою, але постійною, без прискорення. І така особливість руху матеріальних об'єктів у просторі-часі пояснюється запропонованою моделлю енергетично нульового плоского Всесвіту з нульовою космологічною константою, обґрунтування дієздатності якої також приводиться.

4. Історія проблеми.

Гравітаційна модель Всесвіту Ейнштейна. Сучасна космологія опирається на загальну теорію відносності (ЗТВ) Ейнштейна. В 1917 році на її основі Ейнштейн запропонував модель Всесвіту, прийнявши допущення, що Всесвіт стаціонарний, однорідний у великих масштабах та ізотропний. Стаціонарність означала незалежність положення у просторі крупних мас Всесвіту від часу. Пізніше такими масами стали розглядатися галактики.

Щоб маси під дією гравітації не сколапсували, дещо пізніше Ейнштейн ввів у свої рівняння додаткову складову – додатну космологічну постійну λ, яка виконувала роль енергії космічного відштовхування і забезпечувала рівноважний (стаціонарний) стан Всесвіту. Модель виявилася замкнутою і конечною, радіус Всесвіту виявився пропорційним масі M всіх тіл, що в ньому містяться.

Подальший прогрес у створенні гравітаційної моделі в основному пов'язаний з іменами В. де Сіттера (1917 рік), А. Фрідмана (1922) та Е. Хаббла (1929) [Ландау,2006; Захаров,2003]. В. де Сіттер знайшов розв'язок рівнянь тяжіння Ейнштейна для *статичної* моделі пустого поростору-часу, тобто викривлених світів без мас, в тому числі і для нульового та від'ємного значень λ. Фрідман показав, що рівняння Ейнштейна мають і нестаціонарні розв'язки вже для непустого Всесвіту. Це означало, що Всесвіт може як розширятися, так і стискатися, тобто Всесвіт може бути *нестаціонарним*. Хаббл, вивчаючи червоне зміщення у випромінюванні галактик, зробив висновок, що сучасний Всесвіт розширюється, при цьому швидкість віддалення галактики від, наприклад, нашої Галактики, пропорційна віддалі до неї.

Характерною відмінністю моделі Ейнштейна є те, що розширення чи стиснення Всесвіту не потребує сили чи додаткової енергії: наявності мас у просторі при певному значенні величини їх густини приводить до збільшення чи зменшення віддалі між окремими масами, такими як, що виявилося пізніше, галактики. Тобто, маси в просторі віддаляються одна від іншої чи зближуються і при значенні $\lambda = 0$. Тому Ейнштейн до кінця свого життя сприймав лише моделі Всесвіту з $\lambda = 0$, тобто не вважав, що у Всесвіті існує якась додаткова, окрім гравітаційної, енергія космічного притягання чи космічного відштовхування.

Причина появи уявлень про прискорене розширене Всесвіту. А вже в останні десятиліття спостереження за зверхновими зірками показали, що їх світимість падає з віддаллю сильніше, ніж це було б для будь-якої фрідманівської моделі з нульовою космологічною постійною. Тому прийшли до висновку, що Всесвіт, лишаючись плоским, розширюється прискорено при значенні космологічної постійної $\lambda > 0$.

Але прискорений рух потребує наявності додаткової енергії, тому був зроблений висновок, що додатний космологічний член в рівняннях Ейнштейна відповідає якомусь відштовхувальному полю, яке протидіє гравітаційному притяганню. Вирішили, що це нескупчена гравітаційна енергія вакууму, як її потім назвали – темна енергія. А оскільки за абсолютною величиною ця енергія перевищує енергію мас, то Всесвіт розширюється з прискоренням. Наразі цей висновок вважається загальновизнаним. В 2011 році за роботи по вивченню прискореного розширення Всесвіту була присуджена Нобелівська премія.

5. Методи досліджень

В основу дослідження покладена методика вивчення гравітаційного поля всередині Всесвіту, яка ґрунтується на пост ньютонівському наближенні теорії тяжіння. Основні положення ПНТТ представлені нижче.

Розглянемо вирази для гравітаційного потенціалу та напруженості поля всередині Всесвіту згідно ПНТТ. Для фіксованого часу еволюції Всесвіту його гравітаційна модель може бути представлена кулею масою M з радіусом R рівним гравітаційному радіусу $R_g = 2GM/c^2$. Напруженість гравітаційного поля a на віддалі r від центру кулі $a = \frac{Gm}{(r+r_g)^2}$, де m – маса речовини під сферою з радіусом r, а r_g – гравітаційний радіус цієї маси, тобто $r_g = 2Gm/c^2$.

Напруженість a дорівнює нулю в центрі кулі ($r = 0$), набуває максимального значення на віддалі $r_e = R_g/\sqrt{3}$ від її центру та зм

еншується до величини $c^4/16GM$ на її поверхні і до нуля на нескінченності (*рисунок*).

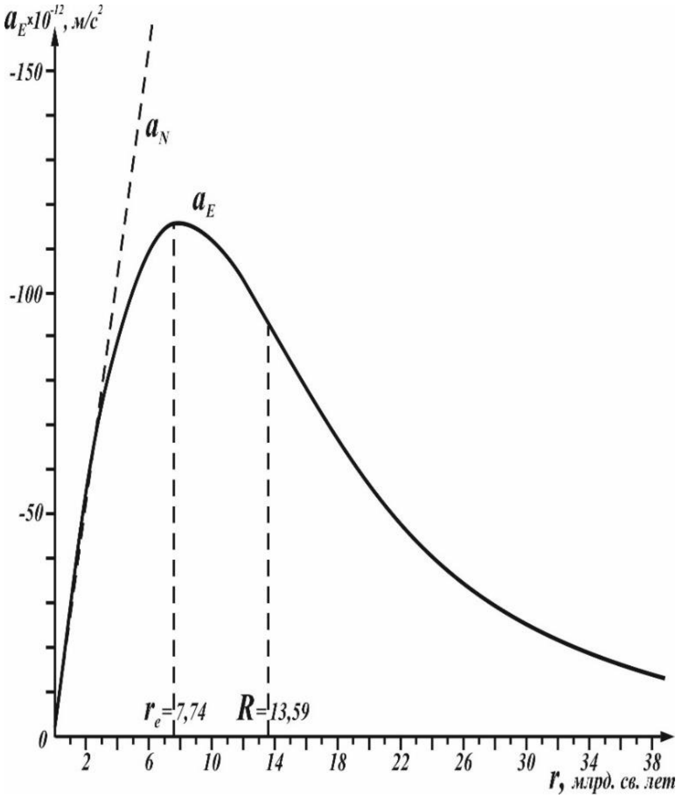

Рис 1. Прискорення тяжіння у точці на поверхні кулі радіусом r, виділеної всередині сучасного Всесвіту, в залежності від величини r.

Для побудови графіка використані наступні дані щодо будови Всесвіту:

Постійна $\mathrm{H}_0 = 72$ км / (с * Мпс), простір з однорідним та ізотропним розподілом речовини і середньою щільністю $\rho = 10^{-29}$г /см^3, $a_N = -\frac{Gm}{r^2} = \frac{4}{3}\pi G\rho r$ – прискорення, пораховане відповідно до закону зворотних квадратів Ньютона, тоді як згідно УФТН:

Прискорення тяжіння a_E у точці на поверхні кулі радіусом r, виділеної всередині сучасного Всесвіту, в залежності від величини r.

$$a_E(r) = -\frac{\mathrm{Gm}}{\left(\mathrm{r}+r_g\right)^2}\ , \quad r_g = \frac{2\mathrm{Gm}}{\mathrm{c}^2}\ , \qquad r_e = \frac{r_g}{\sqrt{3}} = \frac{\mathrm{c}}{\sqrt{8\pi G\rho}}, \quad m = \frac{4}{3}\pi r^3\rho. \qquad (3)$$

Згідно графіку: максимальне значення прискорення гальмування у Всесвіті не перевищує значення $1{,}15 * 10^{-10}$ м/с^2 і досягається на відстані $\mathrm{r_e} = 7{,}74$ млрд. св. років від обраного початку координат. Інший варіант інтерпретації (при умові, що спостерігається минуле Всесвіту): максимальне значення прискорення тяжіння у Всесвіті мало місце $13{,}59 - 7{,}74 = 5{,}85$ (млрд. років) тому, де $\frac{\mathrm{c}}{\mathrm{H_0}} = 13{,}59$ млрд. років– прийнята для розрахунків оцінка віку Всесвіту. Якщо прийняти, що вік Всесвіту дорівнює $13{,}7$ млрд. років, то $\mathrm{r_e} = 7{,}74$ млрд. св. років, тобто різниця дорівнюватиме $5{,}8$ млрд. років, майже не зміниться.

Відповідно, гравітаційний потенціал φ всередині такої кулі:

$$\varphi = \frac{Gm}{r+r_g}, \qquad m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho, \;\; r_g = 2Gm/c^2 \quad , \tag{4}$$

де ρ – густина речовини. У розвернутому вигляді:

$$\varphi = \frac{Gm}{r + 2Gm/c^2} = \frac{4}{3}\pi G\rho \frac{r^2}{1+\frac{8\pi G\rho}{3c^2}r^2}. \tag{5}$$

В центрі кулі $(r = 0)$ $\varphi = 0$, на поверхні $(r = R = R_g)$, $\varphi = c^2/4$, на нескінченності $(r \to \infty)$ $\varphi = c^2/2$.

6. Результати досліджень

6.1. Основні властивості гравітаційного поля розосередженої маси згідно ПНТТ

1. Прискорення тяжіння a має екстремальну точку – зростає від нуля в центрі кулі до значення $a(r_e) = -\frac{GM}{(r_e+r_g)^2}$ у точці $r = r_e,$ $r_e = \frac{r_g}{\sqrt{3}} = \frac{c}{\sqrt{8\pi G\rho}}$, де ρ – густина речовини, а потім знову зменшується до нуля на нескінченності. Відповідно до формули Ньютона прискорення a_N на нескінченності набуває нескінченного за величиною значення.

2. Наявність екстремальної точки r_e дозволяє для гравітаційного поля всередині однорідної та ізотропної кулі з розосередженою масою M і радіусом R, що дорівнює гравітаційному радіусу $R_g = 2GM/c^2$, сформулювати наступну властивість. А саме: сила гравітаційного гальмування у внутрішній точці кулі, тобто напруженість поля $a(r),\ 0 \le r < R$, викликана масою $m,\ 0 \le m \le M$, що знаходиться під сферою, до якої належить досліджувана точка r, збільшується із зростанням віддалі r від центру кулі, де $a(0) = 0$, до значення $c^4/4Gm$ при $r = r_e = \frac{r_g}{\sqrt{3}}$, а потім, незважаючи на зростання радіусу r та маси m під сферою, зменшується до значення $c^4/4GM$ при $r = R$ і прямує до нуля при $r \to \infty$.

3. Як бачимо, всередині сфери Шварцшільда, радіус R якої дорівнює гравітаційному радіусу R_g, прискорення сили тяжіння a має зворотну залежність від величини маси m. Чим більша маса знаходиться під сферою, тим меншим значенням напруженості характеризується як сама поверхня сфери, так і точки всередині сфери. Наприклад (*рисунок*), поверхня нашого Всесвіту характеризується напруженістю, тобто значенням прискорення, рівним $9*10^{-11}$ м / с^2, тоді як, для порівняння, поверхня планети Земля 9,8 м / с^2.

4. Тобто, згідно ПНТТ-наближення перетворити наш Всесвіт в «чорну дірку» шляхом збільшення його маси неможливо: збільшення величини M супроводжується збільшенням гравітаційного радіусу $R_g = 2GM/c^2$, а значить і радіусу R Всесвіту, оскільки $R = R_g$. Але при цьому ми допускаємо, що шварцшільдовський Всесвіт являє собою динамічно стійке утворення, в якому умова $R = R_g$ означає, що дана сфера містить в собі найбільшу можливу

масу. І що ця умова справджується саме для енергетично нейтрального Всесвіту (тобто Всесвіту з нульовою енергією).

5. Величина параметра r_e знаходиться у зворотній залежності від густини речовини кулі ($r_e = \frac{c}{\sqrt{8\pi G\rho}}$). Для простору, що складається виключно з атомних ядер (щільність ядра $2{,}8 * 10^{17}$ кг/м^3) r_e = 13,8 км при $R = R_g = 23{,}9$ км. Із речовини Землі (щільність 5518 кг/м^3) - $r_e = 98{,}6$ млн. км ($R = R_g = 170{,}8$ млн. км) або 5,5 світлових хвилин. Із речовини Сонця (щільність 1409 кг/м^3) - r_e = 195,2 млн. км ($R = R_g = 338{,}1$ млн. км) чи 10,84 світлових хвилин. Для сучасного простору Всесвіту (при щільності 10^{-26} кг/м^3) r_e = 7,84 мільярдів світлових років при $R = R_g = 13{,}7$ мільярдів світлових років .

6. Зростання значення прискорення тяжіння в діапазоні відстаней $0 < r < r_e$ з формальної точки зору пов'язане з переважаючим гравітаційним впливом зростаючої маси під сферою, до якої належить точка (чисельника у виразі (5.1)). А його падіння в діапазоні відстаней $r_e < r < \infty$ - з переважним впливом величини r (знаменника у (5.1)), тобто з віддаленням точки від центру мас.

7. Експериментальним підтвердження наявності точки r_e - максимальної напруженості гравітаційного поля всередині кулі з радіусом рівним її гравітаційному радіусу, а також одночасно і доказом справедливості ПНТТ, є відкриття в 1998 - 1999 роках так званого прискореного розширення Всесвіту. Відкриття зводиться до висновку, що 5 — 6 млрд. років тому космічний простір почав розширюватися не з швидкістю, що падає, а зростаючою швидкістю. Різниця між сучасним віком Всесвіту (13,7 млрд. років) та точкою r_e (7,74 млрд. років) згідно з ПНТТ становить 5,8 млрд. років, що добре узгоджується з експериментально встановленим фактом (5-6 млрд. років тому).

8. Але, можливо, найважливішим висновком в світлі нашої задачі є той, що зменшення сили тяжіння і саме починаючи з віддалі $r_e = 7{,}74$ млрд років, отримано для однорідного ізотропного середовища в присутності лише начебто «замороженого» гравітаційного поля тяжіння. Зрозуміло, що згідно ЗТВ «тканина» простору-часу не є «замороженою», а розтягується, що і створює ефект взаємного віддалення галактик, тобто розширення Всесвіту.

Але, згідно ПНТТ-наближення, встановлене Хабблом начебто лінійне зростання швидкості руху галактик з віддаллю на віддалі r_e порушується. Через зменшення прискорення сили тяжіння швидкість віддалення галактик збільшується, причому без впливу енергії якогось додаткового поля. Наявність екстремальної точки r_e в поведінці напруженості поля є природною властивістю простору-часу в присутності маси з однорідним і ізотропним розосередженням.

Не викликає сумніву, що наявність екстремальної точки r_e притаманне і розв'язку цієї задачі в постановці ЗТВ, оскільки згідно останньої в центрі кулі і на нескінченній віддалі від неї напруженість поля має дорівнювати нулю, а значить десь на проміжній віддалі вона має прийняти екстремальне значення.

6.2. Яка причина розширення плоского Всесвіту?

З чого все почалося? Найпоширеніша думка, що все почалося з таємничого «нічого», зміст якого постараємося розкрити пізніше. А поки що обмежимося тим, що цим «нічого» був вакуум – така собі субстанція з нульовою енергією представлена віртуальними парами «частка-античастка». Віртуальність проявлялась в тому, що кожна пара на мить розпадалась на відокремлені частку та античастку і тут же анігілювала (знову об'єднувалась), появлялась миттєво з «нічого» і знову перетворювалась в «ніщо».

Але якимось дивом деякі з цих пар розпались і не анігілювали. Енергетично додатні частки, характеризуючись гравітацією – здатністю до об'єднання в просторі, почали групуватися, утворюючи матеріальні об'єкти – планети, зірки та їх об'єднання – галактики. Античастки, представляючи собою негативну енергію (антигравітацію), почали віддалятися

одна від одної, утворюючи своєю енергією простір, що розширюється. Вкраплені в простір галактики, залишаючись пасивними, підхоплені простором також рухалися разом з ним. І все це разом є Всесвітом, що розширюється.

Енергетично нульовий Всесвіт. Перш за все, Всесвіт великий, світлу треба 13,7 мільярдів років, щоб перетнути цю кулю по її радіусу. По-друге, майже пустий, середня густина речовини в ньому становить приблизно 10 в мінус 30 степені грам в кубічному сантиметрі. Це приблизно 5 атомів водню на кубічний метр. По-третє, плоский, у великих масштабах сума кутів трикутника, у вершинах якого знаходяться галактики, дорівнює 180 градусів. По-четверте, 4-вимірний, у якому три координати просторові і одна часова.

Не дивлячись на присутність у Всесвіті від'ємної енергії можливість анігіляції настільки мала, що нею можна знехтувати. Це пояснюється тим, що анігіляція можлива лише в місці зосередження мас, типова густина яких складає грами в кубічному сантиметрі для планет та мільйони тон в кубічному сантиметрі для нейтронних зірок, тоді як густина від'ємної енергії простору 10 в мінус 30 степені грам в кубічному сантиметрі.

Як і вакуум, Всесвіт енергетично нульовий – величина додатної енергії, що зосереджена в його матеріальних тілах, дорівнює величині від'ємної енергії простору. А оскільки енергія простору може бути представлена через кінетичну енергію розширення Всесвіту та орбітальну енергію руху зірок в галактиках, планет в зоряних системах, електронів в атомах і т. д., то це означає рівність за абсолютною величиною енергії матерії та енергії руху у Всесвіті.

Формула доповнюваності швидкостей руху тіла вздовж осей координат Мінковського. Поширена думка, що тіло рухається лише вздовж просторової осі координат r з швидкістю v, з чим і пов'язані ефекти СТО - сповільнення часу та лоренцеве скорочення довжини тіла в напрямку його руху. А часова вісь координат ct потрібна лише для обчислення величини сповільнення часу, при цьому швидкість світла c виступає в якості постійного за величиною множника.

Таке трактування вихідних положень СТО не є неправильним, але воно обмежує її аналітичні можливості. Продемонструємо підхід, який ґрунтується на тому, що рух тіла відбувається одночасно вздовж обох осей координат – просторової r та часової ct, а результуюча швидкість завжди дорівнює швидкості світла c.

Записуємо вирази для інтервалів часу dt та простору dr в СТВ:

$$dt = dt_0\sqrt{1 - v^2/c^2}, \qquad dr = dr_0\sqrt{1 - v^2/c^2}\,. \tag{6}$$

Тут: c – швидкість світла; v – швидкість тіла вздовж координатної осі r; dr - інтервал шляху, який проходить тіло з швидкістю v вздовж координатної осі r в системі координат непорушного спостерігача; dr_0 – та ж довжина шляху, але в системі координат, що рухається з швидкістю v, вона ж – довжина тіла в стані спокою, оскільки відносно власної системи координат тіло не рухається; dt – інтервал часу на годиннику в рухомій системі координат, а dt_0 – в нерухомій, відносно якої і відбувається рух, при цьому вважається, що cdt – шлях, який проходить тіло з швидкістю c вздовж координатної осі ct.

Вираз для dr показує, що довжина тіла в напрямі його руху для непорушного спостерігача менша від його довжини dr_0 в стані спокою, тобто від довжини, яку вимірює спостерігач, що рухається разом з тілом. Вираз для dt показує, шо по годиннику спостерігача, що рухається разом з тілом, пройде менший проміжок часу, ніж по годиннику непорушного спостерігача.

Підносимо перший вираз із (6) до квадрату:

$$c^2(dt)^2 = c^2(dt_0)^2 - v^2(dt_0)^2\,. \tag{7}$$

Вважаючи, що $(dt_0)^2 > 0$, представим його у вигляді:

$$\frac{c^2(dt)^2}{(dt_0)^2} = c^2 - v^2. \quad (8)$$

Проінтерпретуємо вираз у чисельнику, а саме $c^2(dt)^2$, наступним чином. Це величина квадрату шляху, який пройшло тіло з швидкістю c вздовж часової осі ct за проміжок часу dt по годиннику рухомого спостерігача. Щоб позбутися різних часів dt і dt_0 у виразі (8) проведемо заміну:

$$c^2(dt)^2 = V^2(dt_0)^2. \quad (9)$$

Тобто, тіло рухається вздовж тієї ж часової осі ct і проходить той же самий по величині шлях, але не з швидкістю c, а з деякою меншою швидкістю V, але за більший проміжок часу dt_0. Після скорочення виразу (8) на величину $(dt_0)^2$ отримуємо:

$$V^2 + v^2 = c^2\ . \quad (10)$$

Обидві швидкості v і V є локальними величинами (визначаються через диференціали), але який у них фізичний зміст)? Мале v нами задається як миттєва швидкість події (тіла) вздовж просторової осі координат в системі Мінковського, а що тоді означає V? Оскільки швидкості це векторні величини, то вираз $V^2 + v^2 = c^2$ може означати лише те, що ці вектори ортогональні один одному, а в геометричному змісті сума квадратів катетів дорівнює квадрату гіпотенузи [Карпенко,2022в].

Тобто, якщо для виразу інваріантного квадрату інтервалу ds^2 теорема Піфагора не справджується, то для квадратів швидкостей вона лишається справедливою. І тим самим підтверджує, що тіло рухається не лише в просторі, але і в часі – вздовж осі ct. І що збільшення (зменшення) швидкості руху вздовж просторової координати супроводжується зменшенням (збільшенням) швидкості руху вздовж часової координати. І ще: з якою б швидкістю $0 \leq v \leq c$ не рухалось тіло вздовж просторової координати, в 4-вимірному просторі воно завжди рухається з швидкістю світла.

Таким чином, формула доповнюваності є невід'ємною складовою спеціальної теорії відносності.

Чому розширюється енергетично нульовий Всесвіт? В релятивістській механіці при великих швидкостях руху закони збереження енергії та імпульсу не діють, правомірним є закон збереження енергії-імпульсу, який записується наступним чином:

$$E^2 = p^2c^2 + {m_0}^2c^4. \quad (11)$$

Тут $E = mc^2$, $m = m_0/\sqrt{1 - v^2/c^2}$, де E – релятивістська енергія події або фізичної точки (ФТ), m_0 – її маса спокою, v – швидкість руху ФТ, $p = mv$ – її релятивістський імпульс, $E_0 = m_0c^2$ – енергія спокою ФТ, $T = E - E_0$ – її релятивістська кінетична енергія.

Тобто, квадрат релятивістської енергії ФТ дорівнює сумі її квадрата енергії спокою та квадрата релятивістського імпульсу помноженого на c^2. Маємо структуру ФТ, яка дозволяє зробити висновок про наступний розподіл: енергія спокою (m_0c^2) зосереджена в непорушних матеріальних тілах, а імпульс (mv) пов'язаний з рухом.

Для енергетично нульового диполя частка-античастка рівняння (11) набуде вигляду:

$$0 = \overline{m}^2c^2v^2 + {m_0}^2c^4. \quad (12)$$

Тут $\overline{m}$ – релятивістська маса античастки, тобто $\overline{m} = \overline{m}_0/\sqrt{1 - v^2/c^2}$, де $\overline{m}_0$ – її маса спокою.

Складові рівняння (12) знаходяться в парних степенях, тобто мають додатні значення. Перетворення правої сторони цього рівняння в нуль можливе при умові, що квадрати мас частки та античастки рівні за величиною і протилежні за знаком, тобто, що виконується рівність $\overline{m}_0{}^2 = -m_0{}^2$. Це рівноцінно твердженню, що квадрати енергій частки і античастки рівні за величиною і протилежні за знаком. А також тому, що античастка має існувати як матеріальна субстанція.

Відомо, що звичайні частки в енергетично від'ємному полі ведуть себе як античастки [Ландау,2006], наприклад, не зближуються під дією гравітації, а розбігаються. Тому досить вважати, що в результаті розпаду вакууму утворюються енергетично позитивні частки та античастки – як енергетично від'ємне поле, тобто простір. І це поле при розгляді можна апроксимувати умовною сукупністю енергії античасток, а також вважати, що звичайні частки в такому полі ведуть себе як античастки. Тобто пасивні енергетично додатні частки в енергетично від'ємному полі простору будуть під впливом цього поля віддалятися одна від іншої. В цьому і полягає фізичний зміст розширення енергетично нульового Всесвіту.

Складові швидкості руху події у Всесвіті. Тому фізично більш переконливою виглядає наступна модель. Динамічну модель Всесвіту розглядаємо в системі координат Мінковського з віссю ординат ct та віссю абсцис r [Сасскинд,2013]. Згідно з формулою доповнюваності швидкостей руху тіла вздовж осей координат Мінковського $c^2 = V^2 + v^2$, де V – швидкість руху тіла (частки) вздовж осі ct, а v – вздовж осі r.

Швидкість v знаходиться під кутом 90 градусів до швидкості V. У випадку плоского Всесвіту всі події знаходяться на прямій, що проходить під кутом 45 градусів до осей координат, тому $V = v$ і перший член в правій частині рівняння (12) набуває такого вигляду:

$$0 = -m^2c^2v^2 + m_0{}^2c^4, \quad m = m_0/\sqrt{1 - v^2/c^2}. \tag{13}$$

Розв'язок рівняння (13) приводить до результату, що швидкість руху події вздовж просторової осі координат $v = c/\sqrt{2}$. Згідно з формулою доповнюваності швидкість поширення V події вздовж часової осі також дорівнює $c/\sqrt{2}$, а загальна швидкість руху події дорівнює швидкості світла.

Загалом, отриманий результат є тривіальним, оскільки прийнята нами умова плоского Всесвіту зарані означає знаходження всіх подій на діагоналі системи координат, для якої виконується умова $V = v$, що і приводить згідно формули доповнюваності швидкостей до рівності $V = v = c/\sqrt{2}$. Але нам здалося важливим показати зв'язок плоского (енергетично нульового) Всесвіту з енергетично нульовим вакуумом, тобто диполем частка-античастка. Показати, що у Всесвіті існують два типи рухів, один з яких контролюється просторовими координатами (простором), а другий – часовою віссю координат (часом).

Два типи рухів у Всесвіті. Таким чином, виходимо з того, що в динаміці глобального плоского Всесвіту спостерігаються два типи рухів. Перший – поступальний, бо «одномірний», оскільки представлений швидкістю $V = c/\sqrt{2}$, що направлена вздовж осі ct. А другий, в загальному випадку, обертальний, оскільки існує в 3-мірній системі координат і представлений одномірною швидкістю $v = c/\sqrt{2}$ вздовж узагальненої просторової осі r.

Згідно (6.9), якщо m_0 розглядати як масу спокою всього Всесвіту, то $m_0{}^2c^4$ – квадрат енергії спокою, що міститься в масі m_0, а $m^2c^2v^2$ – квадрат релятивістського імпульсу помноженого на квадрат швидкості світла, що також має розмірність квадрату енергії, але вже пов'язаної з рухом цієї маси.

В ПНТТ-наближенні це не що інше як квадрат кінетичної енергії Всесвіту. Оскільки $v = V$, то половина цієї енергії пов'язана з поступальним рухом маси m_0, а друга половина – з обертальним, а саме – з відцентровим рухом зірок всередині галактик, планет всередині зіркових систем і т. д. При цьому, оскільки для енергетично нульового Всесвіту в рівнянні

(6.7) $E^2 = 0$, то $m_0{}^2c^4 = -p^2c^2$, тобто енергія маси спокою повністю збалансована енергією руху у плоскому Всесвіті.

Континууми Всесвіту. Для пояснення поведінки матерії у просторі-часі використовується також відомий з спеціальної теорії відносності (СТВ) поділ простору-часу на часоподібний (ЧП), простороподібний (ПП) та світлоподібний (СП) континууми [Кузьмичев,1989]. Це один простір-час, але в трьох проявах. Всі три континууми матеріальні, але з різними властивостями. І які властивості проявляються залежить від стану матерії.

В евклідовому просторі-часі енергетично від'ємне поле кожної матеріальної точки віддаляється від неї з швидкістю світла по світовій лінії і з швидкістю $c/\sqrt{2}$ вздовж осей координат Мінковського. Тобто весь матеріальний світ і його динаміка знаходяться в СП-континуумі, в якому дві події можуть бути суміщеними як в просторі так і в часі.

Всі події, що розташовані між віссю ct і світловою лінією, знаходяться в ЧП-континуумі, а події між світловою лінією і віссю r - в ПП-континуумі. Для таких подій енергія переноситься як вздовж осі r, так і вздовж осі ct, в пропорціях, що визначаються формулою доповнюваності швидкостей і, звичайно, поширення енергії вздовж будь-якої з них не перевищує швидкості світла.

При постійних швидкостях руху чи в стані спокою простір-час є ЧП-континуумом при $v < c$, або СП-континуум – при $v = c$. Зокрема, при $v = c/\sqrt{2}$ простір-час знаходиться у ЧП-континуумі і є плоским. При прискореному русі спостерігаються прояви ПП-континууму у вигляді явищ інерції, лоренцевого скорочення, сповільнення часу [Пуанкаре,1990;Сацункевич,2003;Хриплович,2001]. Основи теорії ПП-світу заклав Ейнштейн вже в СТВ. Вже зроблені спроби віднайти і обґрунтувати прояви ПП-континууму у нашому матеріальному житті. Ті ж явища - інерції та інші, що вище перелічені, до цих пір не мають фізичного пояснення. Тому зусилля направлені на те, щоб показати, що фізика цих явищ пояснюється властивостями і матеріальними проявами ПП-континууму.

Модель плоского (евклідового) Всесвіту експериментально підтверджується лише в його глобальному вимірі – у великих масштабах. Якби всі події Всесвіту знаходилися в ЧП-континуумі, то властивість цього континууму до суміщення подій у просторі привела б з часом до утворення єдиного матеріального тіла у всьому просторі-часі. А коли б – у ПП-континуумі, то властивість цього континууму до суміщення подій у часі і несуміщення у просторі, не дозволила б утворитися ні одному матеріальному тілу, всі частки (їх енергія) анігілювали б і Всесвіт знову був би представлений вакуумом. Тому саме перебування Всесвіту у СП-континуумі гарантує його снування у вигляді окремих рухомих матеріальних тіл.

До моделі плоского Всесвіту. Таким чином, в плоскому Всесвіті виконується правило: V дорівнює v і дорівнює швидкості світла c поділеній на корінь квадратний з 2. Тобто, окрім енергії гравітаційного притягання часток у Всесвіті діє ще й протилежна за напрямком енергія відштовхування, половина якої забезпечує його розширення із швидкістю V, а друга половина, що представлена значенням узагальненої швидкості v, відповідає за утримання зірок та планет на своїх орбітах.

Тим самим, Всесвіт знаходиться у нестатичному, оскільки все рухається, але енергетично врівноваженому стані. В межах твердих тіл, зіркових систем та галактик рівновага забезпечується рівністю гравітаційної та відцентрових енергій. Розбіг галактик відбувається з швидкістю в корінь з двох меншою швидкості світла. Саме при такій швидкості Всесвіт лишається плоским, тобто таким, в якому в мінімально можливому об'єму кулі зберігається максимально можлива маса. Тобто, Всесвіт знаходиться в енергетично оптимальному, тобто найбільш стійкому з можливих стані.

У великих масштабах розподіл речовини у Всесвіті може розглядатися в рамках однорідної та ізотропної моделі. А ще плоский простір-час Всесвіту знаходиться в світлоподібному (СП) стані (континуумі). Тому будь-яка подія, що пов'язана з усім Всесвітом, може бути представлена точкою на діагоналі системи координат, вісь ординат якої розглядається як часова вісь, а вісь абсцис як просторова.

Для нас також важливо, що СП-континуум характеризується нульовою енергією (квадрат інтервалу між подіями в теорії відносності Ейнштейна дорівнює нулю), бо це відповідає нашій моделі енергетично нульового Всесвіту. А ще важливо, що в СП-континуумі дві події можуть бути суміщені як в часі, так і в просторі. Саме дякуючи цій властивості Всесвіт лишається плоским протягом своєї еволюції, зберігаючи тим самим і свою динамічну стійкість.

Але все це стосується лише великих космічних масштабів. В присутності гравітації, тобто поблизу матеріальних об'єктів, швидкість руху будь-якого матеріального об'єкту завжди менше швидкості світла, простір-час викривлений і знаходиться в часоподібному (ЧП) стані, коли дві події можуть бути суміщені в просторі, але не можуть співпадати в часі. Звідси і причинно-наслідковий характер процесів у нашому житті –першою по часу виникає причина, а вже потім з'являється наслідок.

На прискорений рух об'єкту простір-час реагує як простороподібний (ПП) континуум – дві події можуть бути суміщені в часі, але не можуть у просторі. Наслідком є те, що дві так звані заплутані події миттєво реагують на зміну стану кожної зокрема незалежно від величини віддалі, що їх розділяє. Але без переносу енергії між ними.

Темна енергія – це кінетична енергія направлена на розширення Всесвіту. Зробимо висновок з вище викладеного. Евклідів Всесвіт розширюється. В ПНТТ-наближенні рушійною силою розширення є негативна енергія античасток, утворена разом з позитивною енергією часток в процесі розпаду вакууму. Сумарна енергія часток у Всесвіті представлена їх енергією спокою, тоді як енергія античасток трансформується в рух. Половина цієї динамічної енергії направлена на забезпечення поступального руху галактик в процесі розширення Всесвіту, а інша половина – на обертальний рух матерії переважно всередині галактик, зоряних систем і т. д.

В ПНТТ-наближенні розширення Всесвіту відбувається з постійною швидкістю, рівною $c/\sqrt{2}$, в ньому відсутні причини для його прискореного розширення. Якщо навіть згідно моделей Фрідмана евклідів Всесвіт розширюється з поступовим сповільненням, то це лише означитиме, що зменшення швидкості V буде згідно формули доповнюваності супроводжуватись збільшенням швидкості v.

СП-континуум буде змінюватися на ПП-континуумом, розміри галактик та інших орбітальних систем будуть збільшуватись аж до їх повного зруйнування. Всесвіт стане однорідним та ізотропним не лише у великому масштабі, а і в будь-якому малому, не лише по від'ємній, а й по додатній енергії. І, врешті-решт, анігілює в вакуум. І все це відбуватиметься без зменшення розмірів Всесвіту, без порушення закону зростання ентропії. Очевидно, що причиною розширення евклідового Всесвіту є енергія античасток, що трансформована в кінетичну енергію руху матерії Всесвіту [Karpenko,2022б,г].

Що створює ілюзію прискореного розширення Всесвіту? Таким чином, в ПНТТ-наближенні у Всесвіту немає фізичних причин для прискореного його розширення. Опираючись на роботу [Захаров,2003,С.248], приведемо існуючі висновки про фізичну природу сили розтягу чи відштовхування: «…Вирішальну роль в еволюції Всесвіту грає не середня щільність її речовини, а зовсім інший вид енергії – енергія вакууму, яка удвічі перевищує енергію речовини». При цьому в рівняннях Ейнштейна «позитивний космологічний член діє подібно до відштовхувального поля, що протидіє тяжінню. Він відповідає *вакууму* - енергії вакууму, яка зараз носить назву гравітаційно-нескученої (тобто рівномірно розподіленої) *темної енергії*. Так як по абсолютній величині ця енергія перевищує енергію речовини, то Всесвіт розширюється з прискоренням».

Як ми вже показали вище, ілюзію прискореного розширення може створювати наявність в середовищі з рівномірно розосередженою масою точки r_e - максимальної напруженості гравітаційного поля всередині кулі з радіусом рівним її гравітаційному радіусу. Для віддалей $r_e < r < r_g$ від будь-якої точки Всесвіту напруженість гравітаційного поля (прискорення тяжіння в напрямку цієї точки) поступово зменшується, що і створює в динамічній моделі ілюзію прискореного руху галактик, що знаходяться на віддалях $r > r_e$. Відмітимо, що точка

r_e є характерною вже для статичної моделі Всесвіту, де діє лише гравітаційна сила притягання, тобто її поява аж ніяк не пов'язана з протилежним напрямком руху галактик, тим більше прискореним.

6.3. Вік Всесвіту

Дослідження телескопа Джеймс Уебб поставили під сумнів величину віку Всесвіту в 13,7 -13,8 мільярдів років. І причиною було виявлення галактик з віком 13,5 мільярдів років, оскільки згідно з теорією Великого Вибуху галактики не могли утворитися через 200-300 мільйонів після початку Всесвіту. Для появи галактик повинно минути, як мінімум, на порядок більше часу, а то й 4-5 мільярдів років.

Покажемо, що сумніви щодо віку Всесвіту і, навіть, правомірності теорії Великого Вибуху, є справедливими, якщо вважати, як це і прийнято зараз, що Всесвіт еволюціонує згідно із закритою фрідманівською моделлю типу M_1 при $\lambda > 0$. Але у випадку нашої плоскої моделі, яка є відкритою, вік Всесвіту оцінюється величиною в 20 мільярдів років ().

Нагадаємо, що вік Всесвіту зворотно пропорційний прийнятій сьогодні величині постійної Хаббла $H_0 = 72$ км /(с*Мпс), що і дає величину 20 мільярдів років. Але ця оцінка прийнята в допущенні, що Всесвіт плоский у великих масштабах, відкритий і швидкості галактик не змінювалися з часом. Якщо ж притримуватись сьогоднішніх уявлень про замкнутий викривлений у великих масштабах Всесвіт, то вік Всесвіту приблизно має дорівнювати $\frac{2}{3}{H_0}^{-1}$, тобто біля 13 мільярдів років. І тоді вік далеких галактик виявляється більшим віку Всесвіту, що недопустимо.

А як же тоді виглядає ситуація з віком Всесвіту згідно проведеного нами дослідження? В ПНТТ-наближенні Всесвіт плоский, його радіус R дорівнює гравітаційному радіусу $R_g = \frac{2GM}{c^2}$, де M - маса Всесвіту. Напруженість (прискорення тяжіння) набуває максимального значення на віддалі $R_e = R_g/\sqrt{3}$, а швидкість руху матерії вздовж часової осі ct, в крайньому разі після настання радіаційної ери – після 400 тис років від початку Великого Вибуху, дорівнює $c/\sqrt{2}$, де c – швидкість світла.

Оскільки проміжок часу, коли матерія практично не рухалася - 400 тис років, складає всього лише тисячні долі відсотка від віку Всесвіту, то будемо вважати, що від початку Вибуху світло рухалося, як і має бути, з швидкістю світла і на сьогоднішній день цей час має називатися віком Всесвіту. Щодо речовини, то рухаючись з швидкістю в корінь з двох меншою швидкості світла, згідно СТВ вік речовини також буде в корінь з двох меншим віку Всесвіту. Цей вік бажано назвати віком речовини у Всесвіті. Зрозуміло, що утворення зірок та галактик відбулося після утворення речовини, тому вік найстаріших зірок та галактик має бути ще меншим ніж вік речовини.

Виходячи із зазначених положень, а також пам'ятаючи, що згідно експериментальних даних у реальному Всесвіті 5-6 млрд років тому (на віддалі $R_e = R_g/\sqrt{3}$ від точки початку Вибуху) відбулося збільшення швидкості руху галактик, проведемо оцінку достовірності окремих визначень віку Всесвіту на предмет їх відповідності вище приведеним експериментальним та теоретичним даним.

ПНТТ-наближення. Вік Всесвіту - 20 мільярдів років. Вік речовини – 14,14 мільярдів років. Вік зірок та галактик – менше 14,14 мільярдів років (наразі зареєстровані галактики з віком 13,5 мільярдів років). Збільшення швидкості руху галактик відбулося (14,14 : $\sqrt{3}$ = 8,16; 14,14 - 8,16 = 5,98) 5,98 мільярдів років тому. Модель надає (20 – 14,14) 5,86 мільярдів років від початку Великого Вибуху для утворення зірок та галактик (згідно наявних даних початок процесу може знаходитися в часовому інтервалі від кількох до 6 мільярдів років від Великого Вибуху).

Стандартна модель [Захаров,2003]. Вік Всесвіту – 13,8 мільярдів років. Вік речовини – приблизно ті ж 13,8 мільярдів років. Вік зірок та галактик – менше 13,8 мільярдів років.

Оскільки наразі зареєстровані галактики з віком 13,5 мільярдів років, то виникає проблема: вважається, що за максимально можливі (13,8 - 13,5) 0,3 мільярди років галактики не могли утворитися. Збільшення швидкості руху галактик відбулося (13,8 : $\sqrt{3}$ = 7,97; 13,8 – 7,97 = 5,83) 5,83 мільярдів років тому.

Як бачимо, стандартна модель здатна задовольнити існуючим параметрам будови Всесвіту, але при умові, що вік Всесвіту не 13,8 мільярдів років, а (13,8 * $\sqrt{2}$) 19,5 мільярдів років, тобто його границя визначається поширенням світла, а не речовини. Тобто, це можливо лише при умові, що Всесвіт насправді є не закритою фрідманівською моделлю типу M_1 при $\lambda > 0$, а відкритою плоскою моделлю з $\lambda = 0$.

Модель Раджендра Гупта [Гупта,2023]. Пропонується автором як заміна Стандартної моделі будови Всесвіту в зв’язку з відкриттями телескопа Джеймса Уебба. Згідно моделі вік Всесвіту складає 27 млрд років, а можливо і більше. Тоді в рамках нашої системи оцінки вік речовини дорівнює (27 : $\sqrt{2}$) 19,09 млрд років, тобто це верхня межа віку галактик. А збільшення швидкості руху галактик мало відбутися (19,09 : $\sqrt{3}$ = 11,02; 19,09 – 11,02 = 8,07) 8,07 мільярдів років тому, тоді як згідно експериментальних даних воно відбулося 5-6 мільярдів років тому. Така невідповідність ставить під сумнів запропоновану модель будови Всесвіту.

7. Перспективи подальшого розвитку досліджень

Можна очікувати, що відносна простота будови плоского енергетично нейтрального Всесвіту та відповідність його ПНТТ-моделі існуючим експериментальним даним дозволять в найближчі роки суттєво поповнити його теоретико-експериментальне інформаційне забезпечення. Але найбільші перспективи отримання принципово нових результатів слід очікувати від залучення в наукові дослідження простороподібного (ПП) континууму – як одного з «іпостасей» простору-часу, якому притаманна можливість суміщення подій в часі при їх несуміщенні в просторі. Фізична реальність проникнення в ПП-континуум в нашому Всесвіті демонструється роботами [Карпенко,2022в,г]. Очікується також, що і таємниця розкриття фізичної сутності «темної» матерії, спроба чого представлена роботою [Карпенко,2022д], буде полегшена при залученні ПНТТ-моделі Всесвіту.

8. Отримані результати та їх обговорення

Не дивлячись на торжество загальної теорії відносності (теорії тяжіння) Ейнштейна сфера застосувань теорії тяжіння Ньютона особливо не звузилася. Але можливість застосування для тіл, радіус яких дорівнює їх гравітаційному радіусу, виявилася для теорії Ньютона недоступною. А саме до таких тіл належить наш Всесвіт. Для теорії Ейнштейна така можливість також відсутня, хоч в цьому напрямку і здійснені певні теоретичні зусилля з непевними, як на наш погляд, практичними результатами. Тому основним результатом є те, що пост ньютонівське наближення теорії тяжіння (ПНТТ-наближення) забезпечує можливість вивчення внутрішнього гравітаційного поля тіл, радіус яких дорівнює їх гравітаційному радіусу.

Ця можливість появилася внаслідок визнання центральній сингулярності у формулі Ньютона та, взагалі. у розв’язку гравітаційної задачі для сферичного однорідного та ізотропного тіла, як математичної некоректності, а не фізичної реальності. Сингулярність є наслідком того, що формула зворотних квадратів Ньютона, як і рівняння тяжіння Ейнштейна, більше «вгадані» ніж виведені з постулатів, які є фізичною сутністю простору-часу [Пайс,1989;Грин,2004;Каку,2010;Пенроуз,1983]. Корекція формули Ньютона проведена методом Тихонова. В результаті в знаменнику формули появився доданок у вигляді гравітаційного радіусу маси, якою створюється гравітаційне поле.

Важливим є те, що формула Ньютона у ПНТТ-наближенні отримана при загально прийнятих у фізиці допущеннях, що швидкість світла константа, а гравітаційний потенціал фізичної точки не може перевищувати половини квадрату швидкості світла. Символічним є і те, що коригуючий доданок виявився гравітаційним радіусом присутньої у формулі маси, тобто є не формальним, а фізично зрозумілим параметром. Все це дозволяє отриману формулу тяжіння назвати узагальненою формулою тяжіння Ньютона (УФТН), оскільки сфера її застосування ширша, а отримувані результати точніші, ніж у звичайної формули Ньютона.

Щодо гравітаційної моделі будови Всесвіту з однорідною та ізотропною у великих масштабах розосередженою масою та радіусом R, який дорівнює гравітаційному радіусу R_g мас Всесвіту, новим виявилося те, що напруженість поля дорівнює нулю в будь-якій точці простору-часу і досягає максимального значення на віддалі $r_e = R/\sqrt{3}$, потім знову зменшується до нуля на нескінченності. Ця особливість поведінки напруженості нами названа властивістю обмеженої дальньодії гравітації. І, звичайно, вона притаманна будь-якому тілу, але у нашому випадку вона досліджена для тіла Всесвіту - з розосередженою масою та радіусом рівним гравітаційному радіусу.

В практичному змісті це означає, що починаючи з віддалі r_e сила тяжіння (гальмування) зі сторони мас, розміщених під сферою радіусом $r_e \le r < R$, зменшується. Тому у Всесвіті, що розширюється, тіла – у даному разі галактики, на віддалях $r > r_e$, рухаються швидше, ніж це передбачено законом Хаббла та відповідними моделями Фрідмана. І, що є важливим, властивість обмеженої дальньодії гравітації притаманна навіть статичному Всесвіту, тому приписувати збільшені значення швидкостей далеких галактик якійсь фізично невідомій «темній» енергії немає підстав.

Більше того, теоретична оцінка величини r_e співпадає з експериментально встановленим астрофізиками висновком, що 5-6 млрд років тому галактики почали рухатися прискорено, з нашої точки зору – з підвищеними швидкостями. Наявність аналітично встановленої і експериментально підтвердженої точки r_e дозволяє здійснити поділ космічного простору на умовно ближній ($r < r_e$) та дальній ($r_e \le r < R$).

Експериментально також встановлено, що Всесвіт у великих масштабах описується евклідовою геометрією, тобто є плоским, його гравітаційний і геометричний радіуси однакові, а густина маси в ньому дорівнює критичному значенню. Тобто, проглядається схожість такого утворення з чорною діркою. Насправді це не так. У чорної дірки значення гравітаційного потенціалу φ на поверхні горизонту подій дорівнює половині квадрату швидкості світла, тобто $c^2/2$, тоді як для зовнішньої поверхні Всесвіту у ПНТТ-наближенні $\varphi(R) = c^2/4$. Вся маса під горизонтом подій чорної дірки зосереджена в її центрі (сингулярності), а у Всесвіті рівномірно розподілена по всьому його об'єму. Чорна дірка є закритим утворенням, вона не випускає за свої межі навіть світла, окрім випромінювання Хокінга. Тоді як Всесвіт є відкритою системою і його загалом може покидати не лише світло, а й тіла, швидкість яких більша половини швидкості світла.

Подальше розуміння гравітаційної моделі будови плоского Всесвіту пов'язане не стільки з УФТН, скільки з уявленнями, що з енергетично нульового вакууму утворюється енергетично нейтральний (енергетично нульовий) Всесвіт. Розпад вакууму на частки та античастки супроводжується утворенням з часток матеріальних тіл додатної енергії, а з античасток від'ємної енергії простору. Анігіляція часток та античасток практично відсутня через велику різницю у густинах матеріальних тіл та поза матеріального простору – на 30 порядків і більше [Новиков,1983]. Від'ємна енергія простору реалізується в процесі розширення Всесвіту, в силах, що протидіють гравітації – відцентровій, внутрішнього тиску та інших.

Розгляду динамічної задачі передує виведення формули доповнюваності швидкостей. Показано, що за допомогою системи координат Мінковського та формули для інтервалу часу з спеціальної теорії відносності, квадрат швидкості руху події (тіла) вздовж просторової системи координат r в сумі з квадратом швидкості її руху вздовж часової осі ct дорівнює квадрату швидкості світла c.

Допущення енергетично нульового Всесвіту суттєво спрощує розв'язок задач пов’язаних з рухом матеріальних тіл. З релятивістського закону збереження енергії-імпульсу отримано, що для плоского Всесвіту швидкість руху матерії вздовж просторової осі r і вздовж часової осі ct однакові і дорівнюють $c/\sqrt{2}$. Швидкість вздовж часової осі ct у нашому випадку ототожнюється з поступальним рухом галактик, з швидкістю їх «старіння», з розширенням Всесвіту, швидкість вздовж просторової осі r – з переважно орбітальними рухами зірок, планет, з фізичною природою внутрішнього тиску, з будь-якою енергією, яка протидіє гравітації.

Виходячи із зазначених положень, а також пам’ятаючи, що згідно експериментальних даних у реальному Всесвіті 5-6 млрд років тому (на віддалі $R_e = R_g/\sqrt{3}$ від точки Великого Вибуху) відбулося збільшення швидкості руху галактик, проведено оцінку достовірності окремих визначень віку Всесвіту на предмет їх відповідності вище приведеним експериментальним та теоретичним даним.

Теоретично згідно з величиною константи Хаббла вік плоского Всесвіту прогнозується рівним 20 млрд років. Вік речовини з врахуванням, що галактики рухаються з швидкістю $c/\sqrt{2}$, молодший – 14,14 млрд років (наразі вже зареєстровані галактики з віком 13,5 млрд років). Теоретичне збільшення швидкості руху галактик відбулося 5,98 млрд років тому, експериментально встановлене - 5-6 млрд років тому.

Згідно Стандартної моделі вік Всесвіту – 13,8 млрд років. Вік речовини – приблизно ті ж 13,8 млрд років. Вік зірок та галактик – менше 13,8 млрд років. Оскільки наразі зареєстровані галактики з віком 13,5 млрд років, то виникає проблема: вважається, що за максимально можливі (13,8 - 13,5) 0,3 млрд років галактики не могли утворитися. Збільшення швидкості руху галактик відбулося 5,83 млрд років тому.

Як бачимо, стандартна модель здатна задовольнити існуючим параметрам будови Всесвіту, але при умові, що вік Всесвіту не 13,8 млрд років, а (13,8 * $\sqrt{2}$) 19,5 млрд років, тобто його границя визначається поширенням світла, а не речовини. Але така корекція допустима лише при умові, що Всесвіт насправді є не закритою фрідманівською моделлю типу M_1 при $\lambda > 0$, як наразі це вважається, а відкритою плоскою моделлю з $\lambda = 0$. Можливість проведення такої корекції вказує на те, що Всесвіт насправді є плоским і енергетично нейтральним.

9. Подяка

Автор з великим задоволенням дякує кандидату технічних наук Петрову Валерію Петровичу за проявлену ним увагу до роботи, регулярні обговорення її проміжних результатів та корисні поради.

Список літератури:

1) Грин Б. Р. Ткань космоса: Пространство, время и структура реальности / Перевод Юрия Артамонова книги «The fabric of the cosmos: space, time and the texture of reality / Brian R. Greene». Random House, Inc., New York, 2004. ISBN 0-375-41288-3. y-a-arta@yandex.ru.

2) Гупта Радженда. Исследование показало, что возраст нашей Вселенной составляет 27 млрд. лет, а не 13,8 млрд. лет! https://www.youtube.com/watch?v=nlOA4OZK4-g. 3 ноября 2023 г.

3) Захаров В. Д. Тяготение. От Аристотеля до Эйнштейна. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 278 с.

4) Каку М. Физика невозможного. Перевод с англ. – 2-е изд. – М: Альпина нон-фикшн, 2010, – 456 с.

5) Карпенко, І. (2022а). Нове у законі тяжіння Ньютона і прискорене розширення Всесвіту. *International Science Journal of Engineering & Agriculture, 1*(3), 161–182. Retrieved from https://isg-journal.com/isjea/article/view/24

6) Карпенко, І. (2022б). До природи сили прискореного розширення Всесвіту і фізичного механізму утворення «космічної паутини». *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, *1*(3), 229–246. Retrieved from https://isg-journal.com/isjea/article/view/31

7) Karpenko I. (2022в). Inertia as a consequence of complementarity of body movement in space and time. *International Science Journal of Engineering & Agriculture, 1*(4), 43–55. https://doi.org/10.46299/j.isjea.20220104.01

8) Karpenko I. (2022г). Space-like continuum as a physical reality of the universe . *International Science Journal of Engineering & Agriculture, 1*(4), 56–71. https://doi.org/10.46299/j.isjea.20220104.06

9) Karpenko I. (2022д). Dark matter as the binding energy of matter. *International Science Journal of Engineering & Agriculture, 1*(5), 86–105. https://doi.org/10.46299/j.isjea.20220105.11

10) Кузьмичев В. Е. Законы и формулы физики./ Отв. ред. Тартаковский В.К. – Киев: Наук. думка, 1989. – С. 864.

11) Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Теория поля. — Издание 8-е, стереотипное. — М.: Физматлит, 2006. — 534 с.

12) Логунов А. А. «Лекции по теории относительности и гравитации. Современный анализ проблемы», М.: 1987, "Наука".

13) Логунов А. А. (2006). Релятивистская теория гравитации. — М.: Наука, — 253 с.

14) Малая энциклопедия современных знаний. Составитель Менделев В. А. – Харьков: Торсинг, 1998. –768 с.

15) Милгром М. Модифицированная ньютоновская динамика (1983г) – MOND. https://ru.wikipedia.org/wiki.

16) Новиков И. Д. Эволюция Вселенной – 2-е изд., перераб. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983, 192 с.

17) Общая теория относительности. Пер. с англ. /Под ред. С. Хокинга, В. Израэля. – М.: Мир, 1983, – 455 с.

18) Пенроуз Р. Сингулярность и асимметрия по времени / Пенроуз Р. // Пер. с англ. Под ред. С.Хокинга, В. Израэля.– Москва: Мир, С. 11- 86. В сб. «Общая теория относительности». 1983, – 462 с.

19) Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна: Пер. с англ./Под ред. акад. А. А. Логунова. – М.; Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1989. – 568 с.

20) Пуанкаре А. О науке. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы. 1990, — 736 с.

21) Сасскинд Л. Битва при черной дыре. Мое сражение со Стивеном Хокингом за мир, безопасный для квантовой механики. – СПб; Питер, 201, – 448 с.

22) Сацункевич И. С. Экспериментальные корни специальной теории относительности. – 2-е изд. – М.: УРСС, 2003. – 176 с.

23) Хриплович И. Б. Общая теория относительности. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 120 стр.

New life for the flat model of the universe in the post-Newtonian approximation of the theory of gravity

Ivan Karpenko
Ukrainian Oil and Gas Academy (UNGA), Kyiv, Ukraine
ORCID 0000-0002-2500-8960

Abstract. A gravitational model of the flat (Euclidean geometry) universe in the post-Newtonian approximation of the theory of gravity (PNTG-approximation) was created. The PNTG-approximation provides the possibility of studying the internal gravitational field of bodies whose radius R is equal to their gravitational radius R_g. The flat universe belongs to such bodies. The generalized formula of Newton's gravitation (GFGN) was obtained, which allows studying the gravitational field inside a body with a radius $R \leq R_g$. It was found that the field strength is zero at any point in the space-time of the Universe, reaches its maximum value at a distance $r_e = R/\sqrt{3}$ from the selected point, and decreases again to zero at infinity (property of limited long-range gravity). This means that starting from the distance r_e, the force of gravity from the side of the masses placed under the sphere with the radius $r_e \leq r < R$ decreases. Therefore, bodies (galaxies) at distances $r > r_e$ move faster than Hubble's law predicts. The property of limited long-range gravity is inherent in the static universe, so there is no reason to attribute the increased velocities of distant galaxies to "dark" energy. The theoretical estimate of the value of r_e coincides with the conclusion established experimentally by astrophysicists that 5-6 billion years ago galaxies began to move at an accelerated rate, from our point of view - with increased speeds. The energetically zero model of the flat universe is substantiated. The disintegration of the vacuum into particles and antiparticles is accompanied by the formation of positive energy from the particles of material bodies, and negative energy of space from the antiparticles. The latter is realized in the process of expansion of the universe, in the forces opposing gravity - centrifugal, internal pressure and others. The formula for the complementarity of speeds is derived, according to which the square of the speed of movement of an event (body) along the spatial coordinate system r in the sum of the square of the speed of its movement along the time axis ct is equal to the square of the speed of light c. It was found that for a flat Universe, the speed of matter movement along the spatial axis r and along the time axis ct are the same and equal to $c/\sqrt{2}$. The speed along the time axis ct is identified with the translational movement of galaxies, with the speed of their "aging", with the expansion of the universe. The speed along the spatial axis r identified with mainly orbital movements of stars, planets, with the physical nature of internal pressure, with any energy that opposes gravity. According to the PNTG-model, it was found that the age of the flat universe is 20 billion years. The age of matter, taking into account that galaxies move at a speed of $/\sqrt{2}$, is younger - 14.14 billion years. The increase in the speed of movement of galaxies occurred 5.98 billion years ago, experimentally established - 5-6 billion years ago. According to the Standard Model, the age of the universe is 13.8 billion years. The age of the substance is approximately the same 13.8 billion years. The age of stars and galaxies is less than 13.8 billion years. But if you take into account that the age of the universe is determined by the propagation of light, not matter, and, accordingly, is 19.5 billion years, then the Standard Model becomes identical to the PNTG model. This leads to the conclusion that the universe is actually flat and energetically neutral.

Keywords. Gravitational model, flat universe, theory of gravity, post-Newtonian approximation, limited long-range gravity, velocities of galaxies, age of universe, age of galaxies.